

ファインバブルを使用した新たな精練方法の検討Ⅲ

川 端 久 之*

前報「ファインバブルを使用した新たな精練方法の検討Ⅱ」で、精練溶液としてファインバブル水を用いたところ、既存の精練より精練初期の練り速度が速くなる可能性があったが、練減り率の実測値がばらついた¹⁾。ばらつきを抑えた試験を実施したところ、ファインバブル水を使用するかどうかで、練減り率が同程度であることが判明した。

また、精練に作用するファインバブルを増やした試験を実施したところ、練減り率が同程度であることが判明した。

さらに、ゼータ電位評価により、ファインバブル水及びアルカリ性電解水の混合溶液中の FB が保持されていることが判明した。

1 はじめに

100 μ m 以下の微細気泡であるファインバブル(以下、「FB」という)は、洗浄効果を有するとされている²⁾。生地の精練工程で FB を使用し、薬品の使用量を減らすことができる場合、環境負荷を低減させることができることから、FB の洗浄効果に着眼した。

前報「ファインバブルを使用した新たな精練方法の検討Ⅱ」(以下、「前報」という)では、FB を含む水(以下、「FB 水」という)及び石鹼水の混合溶液(以下、「石鹼 FB 水」という)並びに FB 水及びアルカリ性電解水(以下、「電解水」という)の混合溶液(以下、「電解 FB 水」という)を精練に使用した試験を 3 回実施したところ、精練初期において練り速度が、既存の精練より速くなる可能性があった。なお、各試験における練減り率の実測値のばらつきが、課題となった¹⁾。

そこで、本報では石鹼 FB 水と電解 FB 水をそれぞれ精練溶液として使用した試験を、ばらつきを抑えるため、それぞれ 9 回実施することとした。

また、FB は洗浄効果として壁面付着塩のはく離効果を有するとされている²⁾ことから、セリシンたんぱく質をはく離するために、より多くの FB を作用させたいため、スターラーかく拌浴中で、試験を実施することとした。

次に、前報では、FB 水を加温した場合、50℃～

70℃で FB が消失するが、電解 FB 水の場合、煮沸した温度で FB 個数濃度を確認できたことから、電解 FB 水中では、FB 同士による相互の反発が分散性を安定化させるため、FB が保持できると考えた²⁾。

そこで、本報では、分散した微粒子の分散性を評価するために、一般的に、ゼータ電位²⁾が指標として用いられていることを踏まえ、FB 水と電解 FB 水のゼータ電位の絶対値を比較することとした。

なお、石鹼 FB 水は白濁しており、レーザー光による検出ができないため測定対象から除外した。

2 材料及び機器

2.1 試験生地

紋意匠ちりめん(目付(生機):36 匁付(400 cm²あたり 6.3 g)、たて糸:生糸 31 中×2 本、絵ぬき:生糸 21 中×9 本 諸撚り糸、地ぬき:生糸 21 中×6 本 強撚諸撚り糸(八丁撚糸))を用いた。

2.2 FB 水

純水製造装置 Elix Essential UV3 (Merck)で精製した純水をナノバブル発生装置 NB-1 ((有)ケイアイシー)に通水し、FB 水を得た。

* 企画連携課 技師

2.3 試薬・溶媒

電解水 espal (ジブコム合同会社)、赤玄マルセル石鹼 (第一工業製薬(株))を用いた。

2.4 機器

精密天秤 MCE125S-2S01-U (Sartorius)、ホットマグネットスターラー C-MAGHS7 (IKA)、pH メーター F-12 ((株)堀場製作所)、熱風定温乾燥機 STAC-S45M ((株)島津理化)、ゼータ電位・粒径・分子量測定システム ELSZ-2000ZS (大塚電子(株))を使用した。

D_L : 練減り率(%)

W : 精練前の絶乾重量(g)

W' : 精練後の絶乾重量(g)

表 1 精練溶液の条件

精練溶液	溶媒	添加剤	添加濃度	pH
石鹼水	純水	石鹼	0.5wt%	10.5
石鹼 FB 水	FB 水	石鹼	0.5wt%	10.5
電解水	純水	電解水	5vol%	11.3
電解 FB 水	FB 水	電解水	5vol%	11.2

3 練減り率試験

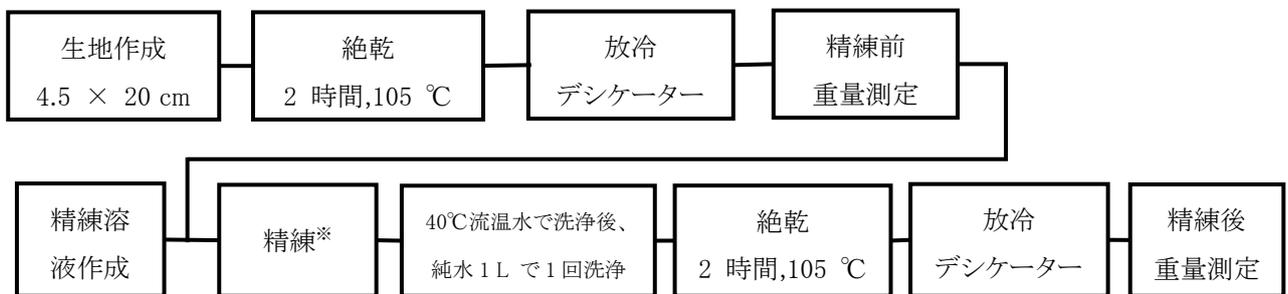
3.1 練減り率算出に係る試験方法①

精練を 1 回行う図 1 のフローに従い、表 1 の条件で作製した精練溶液を使用して、それぞれの精練溶液について 9 回試験を実施した。また、各試験において、式(1)で計算した練減り率の実測値から平均値を算出した。

$$D_L = \frac{W - W'}{W} \times 100 \quad (1)$$

3.2 練減り率算出に係る試験方法②

かく拌しながら精練を 3 回行う図 2 のフローに従い、表 1 の条件で作成した精練溶液のうち、石鹼水と石鹼 FB 水を使用して、それぞれの精練溶液について 6 回試験を実施した。また、各試験において、式(1)で計算した練減り率の実測値から平均値を算出した。



※ 精練溶液(表 1)200mL を使用し、温度 100℃、15 分間の精練を実施した。

図 1 練減り率試験フロー①



※ 精練溶液(表 1)220mL を使用し、温度 100℃、10 分間の精練を実施した。なお、精練中は試験溶液を 2 Mot(ホットマグネットスターラーのメーカー独自の回転数の値)の速さでスターラーかく拌した。

図 2 練減り率試験フロー②

3.3 練減り率試験結果①

3.1 による方法で試験を実施した結果、練減り率の平均値は、石鹼水と石鹼 FB 水において同程度、電解水と電解 FB 水においても同程度であった (図 2)。

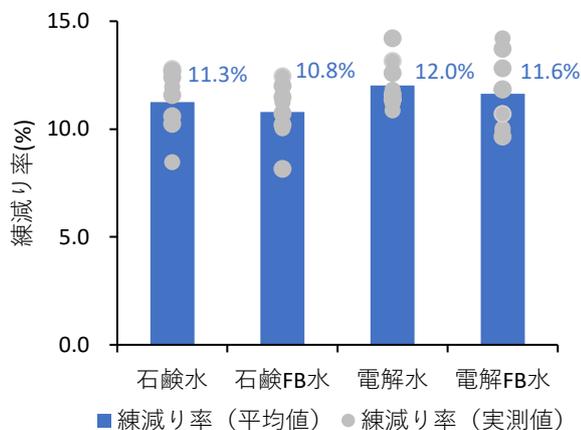


図 2 練減り率①

3.4 練減り率試験結果②

3.2 による方法で試験を実施した結果、練減り率の平均値は、石鹼水と石鹼 FB 水において同程度であった (図 3)。

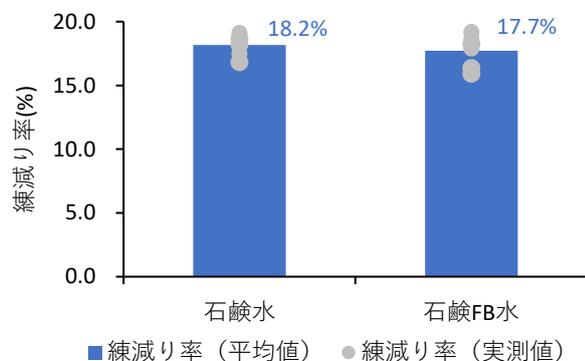


図 3 練減り率②

4 ゼータ電位測定に係る試験方法及び結果

4.1 ゼータ電位測定に係る試験方法

試験溶液は、表 2 の条件で、ISO 規格³⁾ に従い、ガラス製バイアルに気泡の入らないようにサンプリングし、完全充填して作製した。ゼータ電位測定はそれぞれの試験溶液について 3 回実施した。測定結果は各試験において測定した実測値の絶対値から平均値を算出した。なお、試験溶液のうち、電解 FB 水と加温電解 FB 水については、0.45 μm のセルロースア

セレートメンブレンフィルタ(アドバンテック東洋(株))でろ過した電解水を使用した。おつて、加温電解 FB 水については、加温して 100℃ に達した時点で速やかに室温まで放冷した。

また、「ゼータ電位・粒径・分子量測定システム」を所有する京都市産業技術研究所で、ゼータ電位を測定するにあたって、3 時間程度の距離を鉄道及び徒歩で、試験溶液を輸送する必要が生じたことから、ISO 規格⁴⁾ に従い輸送を行った。なお、FB 水をガラスバイアル瓶に完全充填して、13 日間国際航空輸送した場合、FB 水の個数濃度はほぼ変わらないというデータが得られており⁵⁾、今回試験で、輸送による FB の消失はほとんど無いと考えた。

表 2 試験溶液の条件

試験溶液	温度	電解水濃度
FB 水	常温	—
電解 FB 水	常温	0.25vol%
加温電解 FB 水	100℃	0.25vol%

※本報告の常温は、試験室 (20±5℃) 及び輸送時の環境 (20±5℃) 中のサンプル温度を意味する。

4.2 ゼータ電位測定に係る試験結果

4.1 による方法で試験を実施した結果、加温電解 FB 水のゼータ電位の絶対値は、FB 水及び電解 FB 水よりも大きかった。

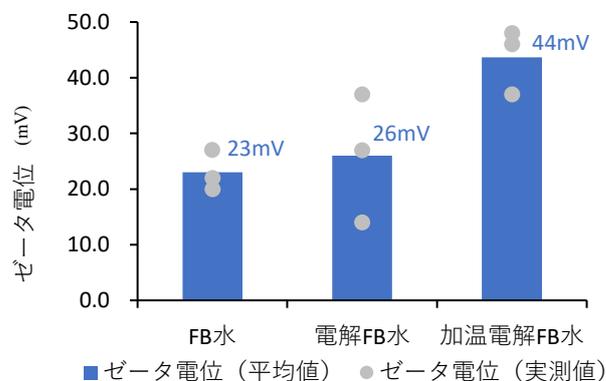


図 4 ゼータ電位の絶対値

5 考察

5.1 FBが精練に与える影響

3.3の結果、石鹼水と石鹼FB水、電解水と電解FB水の練減り率が同程度であったことから、FBが、精練に与える影響はなく、精練初期において練り速度が速まることはないと考えられる。なお、前報で、既存の精練より練り速度が速まる可能性についての考察は、実測値の大きなばらつきによるものであった。

3.4の結果、石鹼水と石鹼FB水の練減り率が同程度であったことから、FBが、セリシンたんぱく質の石鹼による溶解やはく離に影響を与えているとはいえないと考えられる。

5.2 アルカリ溶媒中のFB保持

4.1の結果、加温電解FB水のゼータ電位の絶対値が大きいことと煮沸した電解FB水中のFB個数濃度が前報において確認できた¹⁾ことを踏まえて、加温電解FB水中のFBは、分散性が安定していたことから、保持されていると考えられる。

なお、石鹼FB水は懸濁しているため、測定が困難であるが、界面活性剤分子が極性を示すpH条件では、FBに吸着した界面活性剤のイオン性によって、気泡同士の合一が抑制されて、気泡径が増加しにくくなることで、FBの滞在時間が長くなるとの報告がある⁶⁾ことから、石鹼FB水においてもFBが保持されている可能性があると考えられる。

6 まとめ

各精練溶液の条件での練減り率及び各試験溶液の条件でのゼータ電位から、以下のことが分かった。

- (1) 石鹼FB水及び電解FB水を精練溶液とし、1回精練した場合、FBの効果は見込めないこと。
- (2) 石鹼FB水を精練溶液とし、かく拌浴中で3回精練した場合、FBの効果は見込めないこと。
- (3) 100℃まで加温した後、室温まで放冷した電解FB水は、FBを保持しており、大きなゼータ電位の絶対値を示すこと。

本研究結果で、精練に対するFBの影響について明らかにしたことを踏まえ、今後、環境負荷を低減するFBの研究が進められることを期待したい。

7 参考文献

- 1) 川端久之ほか;ファインバブルを使用した新たな精練方法の検討Ⅱ,京都府織物・機械金属振興センター研究報告,No.57(2023),pp.5-8
- 2) 寺坂 宏一ほか;ファインバブル入門,初版,ファインバブル連合会(2021),pp.55-58,pp.133-144
- 3) ISO 20298-1 Fine bubble technology -Sampling and sample preparation for measurement (2018)
- 4) ISO 21255 Fine bubble technology--Storage and transportation of ultrafine bubble dispersion in water (2018)
- 5) 寺坂 宏一,田中俊也;超純水中の空気ウルトラファインバブルの輸送、濃縮、希釈及び除去,混相流,36巻1号(2022),pp5-6
- 6) 寺坂 宏一ほか;進化するファインバブル技術と応用展開,初版,化学工学会ファインバブル連合会(2022),pp67-72